

УДК 621.326

Н.А. Рубінець, М.Я. Сташків канд. техн. наук, доц., А.Д. Довбуш

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОЗВИТОК КРАЙОВОЇ ТРІЩИНИ ПРИ ЗГІНІ ТОНКОСТІННОГО СПАРЕНОГО Z-ПОДІБНОГО ПРОФІЛЮ

N.A. Rubinets, M.Y. Stachkiv, Ph.D., Assoc. Prof., A.D. Dovbush

RECEIVING BOUNDARY VALUE OF CRACK DEPENDING BENDING THIN-WALLED COAXIAL Z-SHAPED PROFILE

Традиційні інженерні розрахунки на міцність деталей машин та елементів конструкції виконують для умов статичного навантаження і ґрунтуються вони на номінальних напруженнях, які визначають за формулами опору матеріалів при однократному навантаженні. Розрахунки на міцність за номінальними напруженнями за характеристиками статичних властивостей виконують для обґрунтування вибору основних розмірів елементів конструкцій.

Для обґрунтування вибору конструктивних форм (наявність зон концентрації напружень), режимів силового навантаження, технології зварювання необхідно виконати додаткові перевірни розрахунки на міцність і довговічність [1].

На даний час, застосування набули методи оцінки залишкового ресурсу конструкцій, що ґрунтуються на прогнозуванні росту втомних тріщин [2, 3]. Практична важливість таких методів пов'язана з можливою появою тріщиноподібних дефектів на початковій стадії експлуатації (особливо із зварними з'єднаннями).

Теоретичні основи інженерної оцінки міцності з позиції тріщиноотривкості матеріалу базуються на методах лінійної механіки руйнування.

Згідно силового критерію в межах лінійної механіки руйнування, напружено-деформований стан тіла з тріщиною в безпосередній близькості до її вершини повністю визначається трьома параметрами – коефіцієнтами інтенсивності напружень K_I , K_{II} , K_{III} , які є характеристикою сингулярності напружень біля вершини тріщини та відіграють таку ж роль у механіці руйнування, як і концентрації напружень в опорі матеріалів. Процес руйнування повністю контролюється величиною цих параметрів. Отже, існує деяка гранична поверхня, тобто поверхня руйнування, при досягненні якої починається розвиток тріщини.

Механізм руйнування зразка та залежності, які його описують можуть бути встановлені у процесі експериментального дослідження руйнування зразка чи виведені аналітично. Тому, для інженерних розрахунків, найбільш доцільна побудова наближених розв'язків, які дозволяють отримати, з достатньою для практики точністю, порівняно прості замкнуті аналітичні вирази для КІН.

При дії згинальних моментів для тонкостінних стержневих конструкцій домінуючим буде руйнування від дії нормальних напружень. Основним розрахунковим параметром при цьому є коефіцієнт інтенсивності напружень нормального відриву K_I .

Для опису росту крайової тріщини розглянемо тонкостінний поперечний перетин, який складається з двох Z-подібних профілів при умові, що руйнування відбувається лише в одному з них (рис. 1).

Такий перетин застосовують для виготовлення центрального лонжерона рами розкидача добрив ПРТ-9.

Вважаємо, що руйнування поперечного перетину спарених Z-подібних профілів починається з крайової тріщини в одному з поперечних перетинів, яка зароджується на краю полиці (рис. 1б). Зруйнувавши полицю тріщина переходить до стінки, і

продовжується до другої полиці. Вважаємо, що руйнування поперечного перетину спареного профілю не відбувається.

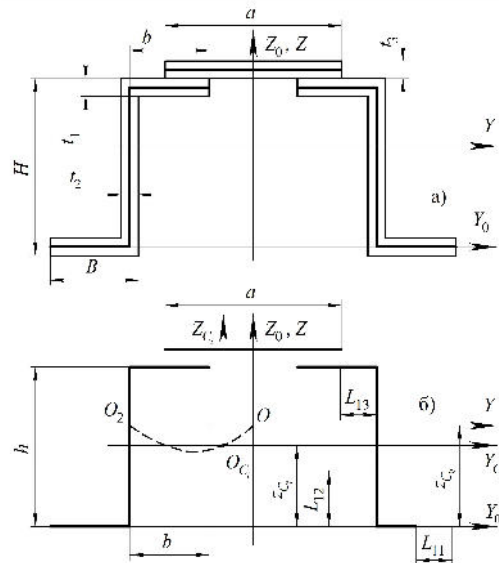


Рис. 1. Схема до визначення геометричних характеристик тонкостінного профілю з крайовою тріщиною: а) схематизація двох Z-подібних поперечних перетинів; б) схематизація двох Z-подібних поперечних перетинів з крайовою тріщиною; $O-O_2$ – траєкторія зміщення центра ваги при розвитку тріщини.

Розглядуваний профіль навантажений лише згинальним моментом M відносно осі Y . При дії згинального моменту на тонкостінний профіль його горизонтальні полиці будуть працювати на розтяг, а вертикальна стінка – на згин. Напружений стан, що виникає в полицях Z-подібного поперечного перетину з тріщиною, з певним наближенням можна моделювати, як окремі пластини тієї ж товщини і ширини з крайовою тріщиною при аналогічному силовому навантаженні.

Залежність для визначення коефіцієнта інтенсивності напружень нормального відриву $K_I^{(32)}$ для спарених Z-подібних профілів [4]

$$K_I^{(32)} = \sigma_{ном}^{(32)} \cdot (1 - \varepsilon_2)^2 \sqrt{\pi \cdot L_2} \cdot [1,222 - 1,4 \cdot \varepsilon_2 + 7,33 \cdot (\varepsilon_2)^2 - 13,08 \cdot (\varepsilon_2)^3 + 14(\varepsilon_2)^4] = \sigma_1^{32} \sqrt{\pi \cdot L_1} \cdot F_2(\varepsilon_2). \quad (1)$$

де $F_2(\varepsilon_2)$ – безрозмірний поправочний коефіцієнт, який враховує зміну геометрії стінки тонкостінного профілю при поширенні в ній втомної тріщини.

Література:

1. Когаев Г.А., Махутов Н.А., Гузенков А.П. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность: Справочник. – М.: Машиностроение, 1984. – 312 с.
2. Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. – Тернопіль: ВАТ ТВПК «Збруч», 2003. – 332 с.
3. Андрейкив А.Е., Дарчук А.И. Усталостное разрушение и долговечность конструкций. – К.: Наук. думка, 1992. – 120 с.
4. Рибак Т., Сташків М. Визначення КІН для втомної тріщини у тонкостінному стержні замкнутого профілю при депланації його поперечних перетинів //Машинознавство, 2003. – №5. – С. 10 – 13.